



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 47 248 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
H 01 M 8/24
H 01 M 8/02
C 25 B 9/08

⑳ Aktenzeichen: 100 47 248.6
㉔ Anmeldetag: 23. 9. 2000
㉕ Offenlegungstag: 18. 4. 2002

DE 100 47 248 A 1

㉑ Anmelder:
Dornier GmbH, 88039 Friedrichshafen, DE
㉒ Vertreter:
Meel, T., Dipl.-Phys., Pat.-Ass., 88709 Meersburg

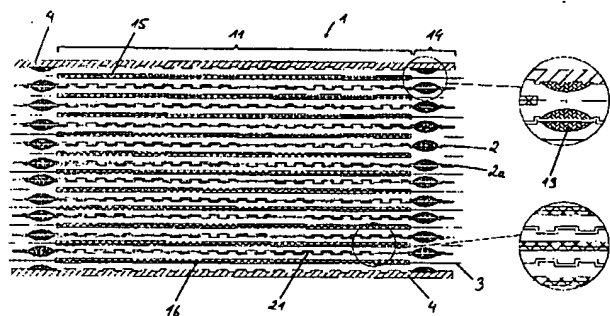
㉓ Erfinder:
Schudy, Markus, 88048 Friedrichshafen, DE;
Schmid, Ottmar, 88677 Markdorf, DE; Böhm,
Gustav, 88662 Überlingen, DE; Beckmann, Jörg,
88677 Markdorf, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Elektrochemischer Zellenstapel

⑤7 Die Erfindung betrifft einen elektrochemischen Zellenstapel, umfassend jeweils abwechselnd angeordnete Membran-Elektroden-Einheiten (3) und Separatorplatten (2, 2a) zur Zu- und Abführung für das Reaktant- und Oxidant-Fluid, wobei durch einen Prägevorgang die eine Seite der Separatorplatte (2, 2a) eine Oberflächenstruktur und die andere Seite eine hierzu negative Oberflächenstruktur aufweist. Gemäß der Erfindung liegen sich beim Stapeln der Separatorplatten (2, 2a) jeweils eine Oberflächenstruktur einer Separatorplatte (2) einer korrespondierenden negativen Oberflächenstruktur der benachbarten Separatorplatte (2a) gegenüber.



DE 100 47 248 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen elektrochemischen Zellenstapel, insbesondere einen PEM- oder DMFC-Brennstoffzellenstapel oder einen Elektrolysezellenstapel, nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

[0002] Elektrolysezellen sind elektrochemische Einheiten, die chemische Substanzen, wie z. B. Wasserstoff und Sauerstoff an katalytischen Oberflächen von Elektroden unter Zuführung von elektrischer Energie erzeugen. Brennstoffzellen sind elektrochemische Einheiten, die elektrische Energie mittels Umsetzung von chemischer Energie an katalytischen Oberflächen von Elektroden erzeugen.

[0003] Elektrochemische Zellen dieser Art umfassen folgenden Hauptkomponenten:

- eine Kathodenelektrode, an der durch Zugabe von Elektronen die Reduktionsreaktion stattfindet. Die Kathode umfasst mindestens eine Elektrodenträgerschicht, die als Träger für den Katalysator dient.
- eine Anodenelektrode, an der die Oxidationsreaktion durch Abgabe von Elektronen stattfindet. Die Anode besteht ebenso wie die Kathode aus mindestens einer Trägerschicht und Katalysatorschicht.
- eine Matrix, die zwischen Kathode und Anode angeordnet ist und als Träger für den Elektrolyten dient. Der Elektrolyt kann in fester oder flüssiger Phase sowie als Gel vorliegen. Vorteilhaft wird der Elektrolyt in fester Phase in eine Matrix eingebunden, so dass ein sogenannter Festelektrolyt entsteht.

[0004] Diese drei, oben aufgeführten Komponenten werden auch als Membran-Elektroden-Einheit (MEA), wobei auf einer Seite der Matrix die Kathodenelektrode und auf der anderen Seite die Anodenelektrode aufgebracht ist.

- eine Separatorplatte, die zwischen den MEAs angeordnet ist und zur Reaktanten- und Oxidantensammlung in elektrochemischen Zellen dient.
- Dichtelemente, die sowohl eine Vermischung der Fluide in den elektrochemischen Zellen verhindern, als auch ein Austreten der Fluide aus der Zelle zur Umgehung verhindern.

[0005] Werden Elektrolysezellen oder Brennstoffzellen aufeinander gestapelt, so entsteht ein Elektrolysestapel oder Brennstoffzellenstapel, im weiteren auch als Stapel bezeichnet. Hierbei verläuft die elektrische Stromführung in einer Reihenschaltung von Zelle zu Zelle. Das Fluid-Management des Oxidanten und Reaktanten erfolgt über Sammel- und Verteilerkanäle zu den einzelnen Zellen. In elektrochemischen Zellen werden die Zellen eines Stapels z. B. parallel mittels mindestens jeweils eines Verteilerkanals für jedes Fluid mit dem Reaktant- und Oxidant-Fluid versorgt. Die Reaktionsprodukte sowie überschüssiges Reaktant- und Oxidant-Fluid werden aus den Zellen mittels mindestens jeweils eines Sammelkanals aus dem Stapel geführt.

[0006] Zur wirtschaftlichen Verwendung von Elektrolysezellen oder Brennstoffzellen für mobile Anwendungen müssen für vergleichbare Leistungsgrößen die Gestehtungskosten von Verbrennungsmotoren erreicht werden. Da zum Betrieb von mobilen Systemen mit Elektromotoren Zellenstapel mit einer Vielzahl von Zellen (> 300 Stück) benötigt werden, sind geringe Stückkosten der Zellkomponenten wichtig. Die Stückkosten umfassen sowohl Material- und Herstellkosten.

[0007] In US 6,040,076 wird ein Brennstoffzellenstapel für Schmelzkarbonat-Brennstoffzellen (MCFC, molten carbonate fuel cell) offenbart. Diese Brennstoffzellen sind ausschließlich im Hochtemperaturbereich (ca. 650°C) einsetzbar. Es ist weiterhin eine Separatorplatte zur Fluidverteilung offenbart. Die Separatorplatte ist durch Prägen einer ebenen

Platte hergestellt und weist auf einer Seite eine Oberflächenstruktur zur Verteilung des Oxidanten und auf der anderen Seite eine hierzu negative Oberflächenstruktur zur Verteilung des Reaktanten auf. Die MEA ist zwischen den Separatorplatten angeordnet, wobei der in der MEA enthaltene Elektrolyt gegenüber vergleichbaren Brennstoffzellenstapel relativ dick ausgeführt ist. Aufgrund dieses sehr stabilen Aufbaus der MEA wird der sogenannte Eierkarton-Effekt vermieden. Unter dem Eierkarton-Effekt wird der Effekt verstanden, bei dem zwei identisch strukturierte Platten formschlüssig ineinander fallen, wenn sie übereinander gestapelt werden. Nachteilig ist jedoch die hohe Zelldicke der Brennstoffzellen, aufgrund der relativ großen Dicke der MEAs.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, einen elektrochemischen Zellenstapel in kompakter Bauart mit geringer Zelldicke zu schaffen, bei dem durch Stapeln der Separatorplatten die zwischenliegenden MEAs durch den Eierkarton-Effekt nicht zerstört werden.

[0009] Diese Aufgabe wird durch den elektrochemischen Zellenstapel gemäß Patentanspruch 1 gelöst. Besondere Ausführungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0010] Erfindungsgemäß liegt beim Stapeln der Separatorplatten eine Oberflächenstruktur einer Separatorplatte einer negativ korrespondierenden Oberflächenstruktur der benachbarten Separatorplatte gegenüber. Somit fallen die strukturierten Separatorplatten beim Stapeln nicht ineinander, sondern stützen sich gegenseitig derart ab, dass eine Ebene, dazwischen angeordnete MEA weder verformt noch zerstört wird. Somit wird in dem erfindungsgemäßen elektrochemischen Zellenstapel beim Stapeln eine Zerstörung der MEA durch den Eierkarton-Effekt verhindert. Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen elektrochemischen Zellenstapels ist die wesentlich reduzierte Zelldicke und damit verbunden, eine kompaktere Bauart. Darüber hinaus wird mit dem erfindungsgemäßen elektrochemischen Zellenstapel eine verbesserte volumenbezogene Leistungsdichte erzielt, was zu geringeren Gestehtungskosten des erfindungsgemäßen Zellenstapels führt.

[0011] In dem erfindungsgemäßen elektrochemischen Zellenstapel können MEAs mit geringer Dicke eingesetzt werden. Eine solche Membran-Elektroden-Einheit umfasst:

- eine Membran, z. B. eine Polymermembran, mit einer Dicke im Bereich von 10–200 µm,
- eine beiderseits auf der MEA aufgetragene Katalysatorschicht z. B. Carbonca mit einer Dicke im Bereich von 5–15 µm,
- ein auf die Katalysatorschicht aufgetragene Gasdiffusionsstruktur z. B. poröses Graphitpapier mit einer Dicke im Bereich von 50–500 µm.

[0012] Die flächenhafte Ausdehnung einer MEA richtet sich üblicherweise nach der Größe der Separatorplatte, insbesondere überdeckt die MEA die Separatorplatte vollständig.

[0013] Die aus der Katalysatorschicht und der Gasdiffusionsschicht aufgebaute Elektrode dient auf einer Seite der MEA als Kathode und auf der anderen Seite der MEA als Anode. Es ergeben sich hieraus MEAs mit einer Dicke kleiner als 1 mm, welche keine starre Oberfläche aufweisen. Dadurch kann die Zelldicke und somit die Gestehtungskosten des Zellenstapels wesentlich reduziert werden. Daraus

ergibt sich ein weiterer Vorteil hinsichtlich einer Erhöhung der volumenbezogenen Leistungsdichte des elektrochemischen Zellenstapels.

[0014] Die Separatorplatten werden bevorzugt aus leitfähigen Werkstoffen wie Metallen (z. B. Stahl oder Aluminium), leitfähigen Kunststoffen, Kohlenstoffen oder Compounds gefertigt. Die Herstellung der Separatorplatten erfolgt insbesondere mit Hilfe mechanischer Umformungstechniken, z. B. Rollprägen, magnetisch Umformen, Gummikofferprägen, Gas- oder Flüssigkeitsdruckprägen, oder Hohlprägen. Somit können die Fertigungskosten reduziert werden. Die Wandstärke einer Separatorplatte beträgt üblicherweise zwischen 0,1 mm und 0,5 mm. Die Fläche der zu prägenden Separatorplatte richtet sich nach dem Anwendungsgebiet, in dem der elektrochemische Zellenstapel eingesetzt wird.

[0015] Die Separatorplatte umfasst vorteilhaft:

- einen üblicherweise zentral auf der Separatorplatte angeordneten aktiven Kanalbereich, in dem das Fluid mit der MEA in Kontakt kommt;
- Durchbrechungen für die Ports, welche der Zu- und Abführung des Reaktant- und Oxidant-Fluids in die Separatorplatte dienen;
- Verteilerbereiche zur Beeinflussung der Fluidverteilung von den Portbereichen zu dem aktiven Kanalbereich.

[0016] Die aus der Katalysatorschicht und der Gasdiffusionsschicht aufgebaute Elektrode ist vorteilhaft im Bereich des aktiven Kanalbereichs der Separatorplatte auf die Membran aufgebracht. Es ist aber auch möglich, dass diese Elektrode auch im Bereich des Verteilerbereichs der Separatorplatte auf die Membran aufgebracht wird. Dadurch ergibt sich eine größere aktive katalytische Fläche, was eine größere volumenbezogene Leistungsdichte des erfindungsgemäßen Zellenstapels zur Folge hat. Es ist aber auch möglich, dass die aus der Katalysatorschicht und der Gasdiffusionsschicht aufgebaute Elektrode die gesamte Fläche der MEA überdeckt.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist der Verteilerbereich der Separatorplatten eine Noppenstruktur auf. Mittels der im wesentlichen kreisförmigen Noppen wird eine gute und homogene Verteilung der Fluide erreicht. Dadurch kommt es zu einem gleichmäßigen Durchströmen des aktiven Kanalbereichs. Die maximale Höhe der Noppen entspricht vorteilhaft der maximalen Höhe der Kanalstruktur des aktiven Kanalbereichs.

[0018] Die Verteilerbereiche der Separatorplatte können in einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ein separates Bauteil, z. B. eine weitere Platte bilden. Dieses Bauteil kann vorteilhaft eine Noppenstruktur aufweisen. Das separate Bauteil kann z. B. aus einem Metall, einem Polymer, einem Polymer-Metallverbundmaterial oder einer Keramik bestehen. Die Verbindung des separaten Bauteils mit der Separatorplatte kann durch übliche Verbindungstechniken, z. B. Schweißen, Kleben, Lötten oder Umbiegen erfolgen. Ein Vorteil des separaten Bauteils ist, andere Verteilerstrukturen in die Separatorplatte zu integrieren, so dass eine verbesserte Verteilung der Fluide erzielt werden kann.

[0019] Die Separatorplatte weist auf beiden Seiten vorteilhaft Dichtungsbereiche auf. Diese Dichtungsbereiche dienen neben der Abdichtung der Separatorplatten untereinander und nach außen auch zur Abdichtung einzelnen Bereiche auf einer Separatorplatte, z. B. die Abdichtung benachbarter Ports. Die Dichtungsbereiche zeichnen sich durch kanalartig eingeprägte Vertiefungen aus, die mit Dichtungs-

körpern ausgefüllt sind. Die Vertiefungen sind hierbei derart angeordnet, dass die Dichtungskörper, getrennt durch die Separatorplatte, übereinander liegen. Die Höhe der Dichtungskörper ist bevorzugt größer als die maximale Höhe der kanalartig eingepägten Vertiefungen. Somit wird beim Stapeln der Separatorplatten ein guter Dichtungseffekt erzielt. Es ist aber auch möglich, dass die Dichtungsbereiche durch andere Dichttechniken, z. B. Bördeln mit Isolationszweischicht oder Vergießen mit aushärtenden Stoffen, z. B. Polymeren gebildet wird.

[0020] Beim Stapeln der Separatorplatten verläuft die auf die Dichtungskörper ausgeübte Kraft vorteilhaft im wesentlichen senkrecht zur Separatorplatte und senkrecht zu den Dichtungskörpern. Somit werden Schub- und Scherspannungen innerhalb der Dichtungskörper vermieden, wodurch sich einerseits eine längere Lebensdauer der Dichtungskörper und andererseits ein besserer Dichtungseffekt ergibt. Außerdem wird somit eine Zerstörung der MEA vermieden.

[0021] In einer weiteren vorteilhaften Ausführung der Erfindungen weist die Separatorplatte, insbesondere in den Portbereichen, kanalartig eingepägte Vertiefungen. Jeder der Ports wird, bedingt durch die Strömungsführung auf den Seiten der Separatorplatte, jeweils auf einer der beiden Seiten der Separatorplatte vollständig abgedichtet, z. B. mit einer den Port umlaufenden Dichtung. Diese kanalartig eingepägten Vertiefungen sind derart ausgeführt, dass auf der einen Seite eine kanalartige Führung ausgebildet wird, in der ein Dichtungskörper eingelegt werden kann. Auf der anderen, dichtungsabgewandten Seite dient diese korrespondierende Erhöhung als Abstützstelle für die MEA. Die Höhe der Vertiefung sollte der maximalen Höhe der Vertiefungen im aktiven Kanalbereich und Verteilerbereich entsprechen. Der Vorteil dieser Abstützstellen ist, dass die MEA beim Stapeln der Separatorplatten nicht zerstört wird.

[0022] Die Dichtungskörper können insbesondere lösbare Dichtungen, z. B. O-Ring oder Polymermasse sein, so dass z. B. nach Auswechseln der Dichtungen die Separatorplatte wiederverwendbar bleibt. Es ist auch möglich, dass die Dichtkörper als Dichtraupe auf die MEA aufgebracht werden. Dadurch kann ein schnelles Auswechseln der MEAs erreicht werden.

[0023] Neben den bereits beschriebenen Vorteilen kann mit der Separatorplatte in dem erfindungsgemäßen elektrochemischen Zellenstapel eine homogene Temperaturverteilung erreicht werden. Dadurch kann eine Bildung von "Hot Spots" (Bereiche hoher Temperatur), welche eine Zerstörung der MEA bewirken, vermieden werden. Darüber hinaus kann der erfindungsgemäße Zellenstapel bis zu einer Temperatur von 150°C eingesetzt werden.

[0024] Ein Anwendungsgebiet des erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapels ist die Energieversorgung in mobilen Systemen, z. B. Kraftfahrzeug, Schienenfahrzeuge, Flugzeuge. Eine weitere Anwendungsmöglichkeit des erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapels ist der Einsatz in elektronischen Geräten zur Energieversorgung. Darüber hinaus kann der erfindungsgemäße Brennstoffzellenstapel auch als eigenständiges Energieerzeugungsmodul verwendet werden.

[0025] Die Erfindung wird im folgenden anhand von Figuren näher beschrieben. Es zeigen:

[0026] Fig. 1 den Aufbau des erfindungsgemäßen elektrochemischen Zellenstapels zur Übersicht und Erläuterung des Gesamtaufbaus,

[0027] Fig. 2 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapel im Bereich des aktiven Kanalbereichs,

[0028] Fig. 3 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapel im Bereich des Verteilerbe-

reichs,

[0029] Fig. 4 in Detaildarstellung den Portbereich, den aktiven Kanalbereich, den Verteilerbereich sowie den Dichtungsbereich in einer ersten Ausführung einer Separatorplatte in einem erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapel, [0030] Fig. 5 in Detaildarstellung eine zweite Ausführung einer Separatorplatte mit einer serpentinenförmigen Kanalstruktur des aktiven Kanalbereichs.

[0031] Fig. 1 zeigt in der linken Abbildung einen erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapel 1, der abwechselnd aus Separatorplatten 2 und 2a und Membran-Elektroden-Einheiten 3 (MEA) aufgebaut ist. Die rechte Abbildung zeigt die Struktur einer Separatorplatte 2 des Stapels. Die Separatorplatten 2 und 2a bezeichnen benachbarte Platten, wobei die sich gegenüberliegenden Seiten der beiden Platten eine positive und eine korrespondierend negative Struktur aufweisen. Somit wird eine zwischen einer Separatorplatte 2 und einer Separatorplatte 2a befindliche MEA 3 nicht beschädigt wird. Der Stapel 1 verfügt darüber hinaus über Endplatten 4, die ein Verspannen des Brennstoffzellenstapels 1 ermöglichen. Weiterhin sind je zwei Leitungen 5, 6 zur Fluidzuführung und Fluidabführung der Reaktionsgase vorgesehen. Die Platten 9 aus elektrisch leitfähigem Material dienen der Stromabnahme. Die Stromabnahme kann aber auch direkt über die Separatorplatten 2 erfolgen. Im Betrieb wird in dieser Ausführung über die eine Seite der Separatorplatte 2 der Reaktant und über die Rückseite der Oxidant geleitet.

[0032] Die Separatorplatte 2, 2a mit beidseitig strukturierten Flächen weist vier Durchbrüche (Ports) 10 für die Leitungen 5, 6 zur Fluidzuführung und Fluidabführung auf. Weiterhin ist auf beiden Seiten der Separatorplatte 2, 2a eine Struktur für den aktiven Kanalbereich 11 vorhanden. Zur Verteilung der Fluide von den Ports 10 zu dem aktiven Kanalbereich 11 ist ein Verteilerbereich 12 vorgesehen. Die beiden Fluide, Reaktant und Oxidant werden nach außen und gegeneinander durch Dichtungen 13 abgedichtet.

[0033] Fig. 2 zeigt in einem Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapel den Bereich des aktiven Kanalbereichs 11 in einer explodierten Darstellung gemäß dem Schnitt A-A in Fig. 4. Der abwechselnd aus strukturierten Separatorplatten 2 und 2a sowie zwischenliegenden MEAs 3 aufgebaute Brennstoffzellenstapel 1 ist durch Endplatten 4 begrenzt. Der aktive Kanalbereich 11 einer Separatorplatte 2, 2a zeichnet sich durch direkt aufeinanderfolgende kanalartige Umformungen aus. Diese Umformungen können z. B. rechteckförmig oder wellenförmig ausgebildet sein.

[0034] Im Bereich des aktiven Kanalbereichs 11 ist auf einer Seite der MEA 4 die Anode 15 und auf der Rückseite der MEA 3 die Kathode 16 angeordnet. Es ist aber auch möglich den Bereich der Anode 15 und den Bereich der Kathode 16 auf den Verteilerbereich der Sammel- und Verteilerkanäle 12 auszuweiten (Fig. 3). Des weiteren kann der Bereich der Anode 15 und der Bereich der Kathode 16 auch auf den Dichtungsbereich 14 ausgeweitet werden (nicht dargestellt). Die poröse Elektroden-schicht wird im Dichtungsbereich 14 imprägniert, wodurch eine Querströmung der Fluide verhindert wird.

[0035] Die zwischen einer Separatorplatte 2 und einer Separatorplatte 2a angeordnete MEA 3 liegt auf einer Seite auf der Oberflächenstruktur der Separatorplatte 2 und auf der Rückseite auf der korrespondierenden negativen Oberflächenstruktur der benachbarten Separatorplatte 2a auf. Somit ist gewährleistet, dass zum einen durch die Stapelung der Separatorplatten 2 und 2a die zwischenliegende MEA 3 nicht zerstört wird. Zum anderen werden durch die Stapelung Hohlräume 21 gebildet, in denen auf einer Seite der

MEA 3 der Oxidant und auf der Rückseite der MEA 3 der Reaktant geführt wird.

[0036] An den Rändern der Separatorplatten 2, 2a ist der aktive Kanalbereich 11 durch einen Dichtungsbereich 14 begrenzt. Der Dichtungsbereich 14, der im oberen Ausschnitt in Fig. 2 vergrößert dargestellt ist, zeichnet sich durch zwei benachbarte Umformungen aus. Diese Umformungen sind auf beiden Flächen der Separatorplatte 2, 2a jeweils bis zu einer maximalen Höhe ausgeführt. Diese maximale Höhe ist durch die Höhe des aktiven Kanalbereichs 11 und des Verteilerbereichs 12 vorgegeben. Zwischen diesen beiden Umformungen ist ein Bereich ausgebildet, in dem auf beiden Seiten der Separatorplatte 2, 2a ein Dichtungskörper 13 eingelegt werden kann. Die Dichtungsstruktur einer benachbarten Separatorplatte 2, 2a weist einen Dichtungsbereich 14 mit entsprechend negativ korrespondierenden Umformungen auf, so dass bei der Stapelung der Separatorplatten 2 und 2a die zwischenliegende MEA 3 nicht zerstört wird.

[0037] Durch die Stapelung der Separatorplatten 2, 2a wird mit Hilfe der Dichtungskörper 13 die dazwischenliegende MEA 3 zum einen fixiert und zum anderen der aktive Kanalbereich 11 nach außen abgedichtet.

[0038] Die Endplatten 4 weisen entsprechend der jeweils benachbarten Separatorplatte 2 oder 2a negativ korrespondierende Umformungen auf. Zweckmäßig sind diese Umformungen ausschließlich auf der, dem Stapelinneren zugewandten Fläche der Endplatte 4 ausgeführt.

[0039] Fig. 3 zeigt in einer explodierten Darstellung einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Brennstoffzellenstapel gemäß dem Schnitt B-B in Fig. 4 den Verteilerbereich 12 mit angrenzendem Dichtungsbereich 14. Die Struktur des Dichtungsbereichs 14 entspricht der Struktur des Dichtungsbereichs 14 in Fig. 2.

[0040] Der Verteilerbereich 12 zeichnet sich durch im wesentlichen kreisförmigen Umformungen (Noppen) aus, welche auf beiden Seiten der Separatorplatte 2, 2a angeordnet sind. Die Höhe der Noppen entspricht der maximalen Höhe der Kanalstruktur des aktiven Kanalbereichs. Die Abstände der Noppen untereinander richtet sich nach der Menge des durch den Verteilerbereich 12 durchzusetzenden Fluids. Mittels der Noppen wird eine homogene Verteilung der Fluide zu dem aktiven Kanalbereich 11 erreicht.

[0041] Fig. 4 zeigt beispielhaft in einer ersten Ausführung einer Separatorplatte 2, 2a in Detaildarstellung den Portbereich 10, den aktiven Kanalbereich 11, die Verteilerbereiche 12 sowie den Dichtungsbereich 14.

[0042] In der Separatorplatte 2 sind, jeweils gegenüberliegend, je zwei Durchbrechungen für die Ports 10a und die Ports 10b ausgeführt. Bei Gegenstromführung der Fluide dienen z. B. die Ports 10a der Fluidzuführung und die Ports 10b der Fluidabführung. Einer der beiden Ports 10a zur Fluidzuführung versorgt das Kanalsystem (Verteilerbereich 12 und aktiver Kanalbereich 11) auf einer Seite der Separatorplatte 2, wohingegen der andere der beiden Ports 10a das Kanalsystem der Rückseite der Separatorplatte 2 versorgt.

[0043] In Schnitt A-A ist der aktive Kanalbereich 11 mit dem angrenzenden Dichtungsbereich 14 dargestellt. Der aktive Kanalbereich 14 zeichnet sich durch eine alternierende Oberflächenstruktur aus, wobei eine Vertiefung auf der einen Fläche der Separatorplatte einer Erhöhung auf der Rückseite der Separatorplatte entspricht.

[0044] Der Verteilerbereich 12 mit dem angrenzenden Dichtungsbereich 14 ist in Schnitt B-B dargestellt. Zwischen den Umformungen (Noppen) einer Fläche der Separatorplatte sind Stege angeordnet. Der Verteilerbereich 12 zeichnet sich durch eine im wesentlichen regelmäßige Anordnung von Umformungen aus, wobei benachbarte Umformungen in entgegengesetzte Richtungen (oben, unten) wei-

sén. Die maximale Höhe der Noppen entspricht der maximalen Höhe der Kanalstruktur des aktiven Kanalbereichs 11.

[0045] Der Dichtungsbereich 14, der die Ports 10a, 10b begrenzt, ist in Schnitt C-C abgebildet. Der Dichtungsbereich 14 zeichnet sich durch Führungen aus, die sich auf beiden Seiten der Separatorplatte gegenüberliegenden. In diesen Führungen kann beidseitig ein Dichtungskörper eingelegt werden. Somit wird gewährleistet, dass beim Stapeln der Separatorplatten auf die Separatorplatte und die Dichtungskörper ausgeübte Kraft, senkrecht zur Separatorplatte und den Dichtungskörpern verläuft. Die Führungen werden auf beiden Flächen durch Umformungen der Separatorplatte begrenzt, wodurch eine Fixierung der Dichtungskörper erreicht wird. Die Höhe der Umformungen entspricht hierbei der maximalen Höhe der Kanalstruktur des aktiven Kanalbereichs 11 und des Verteilerbereichs 12.

[0046] Die beiden Ports 10a und die beiden Ports 10b sind auf beiden Seiten der Separatorplatte gegeneinander abgedichtet. Auf einer Seite der Separatorplatte steht einer der beiden Ports 10a mit einem der beiden Ports 101b in Strömungsverbindungen. Die jeweils anderen Ports 10a und 10b sind auf dieser Seite der Separatorplatte durch Dichtungskörper vollständig abgedichtet. Auf der Rückseite der Separatorplatte stehen gerade diese Ports 10a und 10b – genau diese Ports sind auf der gegenüberliegenden Seite der Separatorplatte abgedichtet – in Strömungsverbindung. Die anderen Ports 10a und 10b auf dieser Seite der Separatorplatte werden durch Dichtungskörper vollständig abgedichtet.

[0047] Jeder Port 10a, 10b wird somit auf genau einer Seite der Separatorplatte abgedichtet. Auf der anderen, der dichtungsabgewandten Seite der Separatorplatte sind Abstützstellen 24 vorhanden, die ein Eindringen der MEA verhindern. Ein Eindringen der MEA bedeutet eine Verengung des Strömungsquerschnittes in der Kanalstruktur, was zu einer ungleichmäßigen Verteilung der Fluide führen kann. Diese Abstützstellen 24 sind in Schnitt D-D und Schnitt E-E beispielhaft für einen der beiden Ports 10a gezeigt. Schnitt D-D zeigt, dass in dem Portbereich 10 die Abstützstellen 24 ausschließlich auf der unteren Seite der Separatorplatte vorhanden sind. Den detaillierten Verlauf der Führung für den Dichtungskörper auf der oberen Fläche der Separatorplatte zeigt Schnitt E-E. Auf der oberen Seite der Separatorplatte sind zwei Umformungen vorhanden, die als Begrenzung für einen Dichtungskörper dienen. Zwischen diesen Umformungen befindet sich eine weitere Umformung, welche auf der unteren Seite der Separatorplatte als Abstützstelle 24 dient.

[0048] Schnitt F-F und Schnitt G-G zeigen hierzu den Verlauf der Abstützstellen 24 für den anderen der beiden Ports 10a. Die ausgeführten Umformungen sind negativ korrespondierend zu den Umformungen in Schnitt D-D und Schnitt E-E.

[0049] Ein entsprechender Verlauf der Abstützstellen 24 und Dichtungsführungen gilt für die Ports 10b.

[0050] In Fig. 5 ist in eine weitere Ausführung einer Separatorplatte 2 dargestellt. Der aktive Kanalbereich 11 ist serpentinenförmig ausgeführt. An zwei sich gegenüberliegenden Ecken der Separatorplatte 2 sind die Ports 10 für die Fluidzuführung und Fluidabführung angeordnet. Im Bereich der Ports 10 sind zur Verteilung der Fluide Verteilerbereiche 12 vorhanden. Diese Verteilerbereiche 12 können vorteilhaft eine Noppenstruktur aufweisen. Die Ports 10 sind entsprechend den Ausführungen wie in Fig. 4 erläutert, gegeneinander abgedichtet.

Bezugszeichenliste

- 1 Brennstoffzellenstack
- 2, 2a Separatorplatte
- 3 MEA
- 4 Endplatte
- 5, 6 Leitung
- 9 Stromabnehmerplatte
- 10 Ports
- 10a Portbereich Fluidzuführung
- 10b Portbereich Fluidabführung
- 11 aktiver Kanalbereich
- 12 Verteilerbereich
- 13 Dichtung
- 14 Dichtungsbereich
- 15 Anode
- 16 Kathode
- 21 Hohlraum
- 24 Abstützstellen

Patentansprüche

1. Elektrochemischer Zellenstapel umfassend abwechselnd angeordnete Membran-Elektroden-Einheiten (3) und Separatorplatten (2, 2a) zur Zu- und Abführung für das Reaktant- und Oxidant-Fluid, wobei durch einen Prägevorgang eine Seite der Separatorplatte (2, 2a) eine Oberflächenstruktur und die andere Seite eine hierzu negative Oberflächenstruktur aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass beim Stapeln der Separatorplatten (2, 2a) jeweils eine Oberflächenstruktur einer Separatorplatte (2) einer korrespondierenden negativen Oberflächenstruktur der benachbarten Separatorplatte (2a) gegenüberliegt.
2. Elektrochemischer Zellenstapel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Separatorplatte (2, 2a) mittels Rollprägen, Gummikofferprägen, magnetisch Umformen, Gas- oder Flüssigkeitsdruckprägen oder Hohlprägen hergestellt wird.
3. Elektrochemischer Zellenstapel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenstruktur der Separatorplatte (2, 2a) Portbereiche (10) zur Zu- und Abführung der Fluide in die Separatorplatte (2, 2a), Kanalbereiche (10) zur Kontaktierung der Membran-Elektroden-Einheiten (3) mit den Fluiden und Verteilerbereiche (12) zur Beeinflussung der Fluidströmung aufweist.
4. Elektrochemischer Zellenstapel nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilerbereiche (12) eine Noppenstruktur aufweisen.
5. Elektrochemischer Zellenstapel nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verteilerbereiche (12) ein separates Bauteil bilden.
6. Elektrochemischer Zellenstapel nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das separate Bauteil aus einem Metall, einem Polymer, einem Polymer-Metallverbundmaterial oder einer Keramik besteht und mit der Separatorplatte (2, 2a) durch Schweißen, Kleben, Löten oder Umbiegen verbunden ist.
7. Elektrochemischer Zellenstapel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Separatorplatte (2, 2a) Durchbrechungen für die Portbereiche (10) zur Zu- und Abführung des Reaktant- und Oxidant-Fluids in die Kanalbereiche der Separatorplatte (2, 2a) aufweist.
8. Elektrochemischer Zellenstapel nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Separatorplatte (2, 2a) auf beiden Seiten kanalartig

eingeprägte Vertiefungen aufweist, welche mit Dichtungskörpern (13) ausgefüllt und, getrennt durch die Separatorplatte (2, 2a), übereinander angeordnet sind.

9. Elektrochemischer Zellenstapel nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass beim Stapeln der Separatorplatten (2, 2a) der Kraftverlauf zwischen den Separatorplatten (2, 2a) nahezu senkrecht durch die Dichtungskörper (13) verläuft. 5

10. Elektrochemischer Zellenstapel nach Ansprüchen 1-7, dadurch gekennzeichnet, dass die Separatorplatte (2, 2a) kanalartig eingeprägte Vertiefungen derart aufweist, dass auf einer Seite (22, 23) der Separatorplatte (2, 2a) in den Vertiefungen Dichtungskörper (13) verlaufen und dass die korrespondierenden Erhöhungen auf der anderen Seite gleichzeitig als Abstützstellen (24) für die Membran-Elektroden-Einheiten (3) dienen. 10 15

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

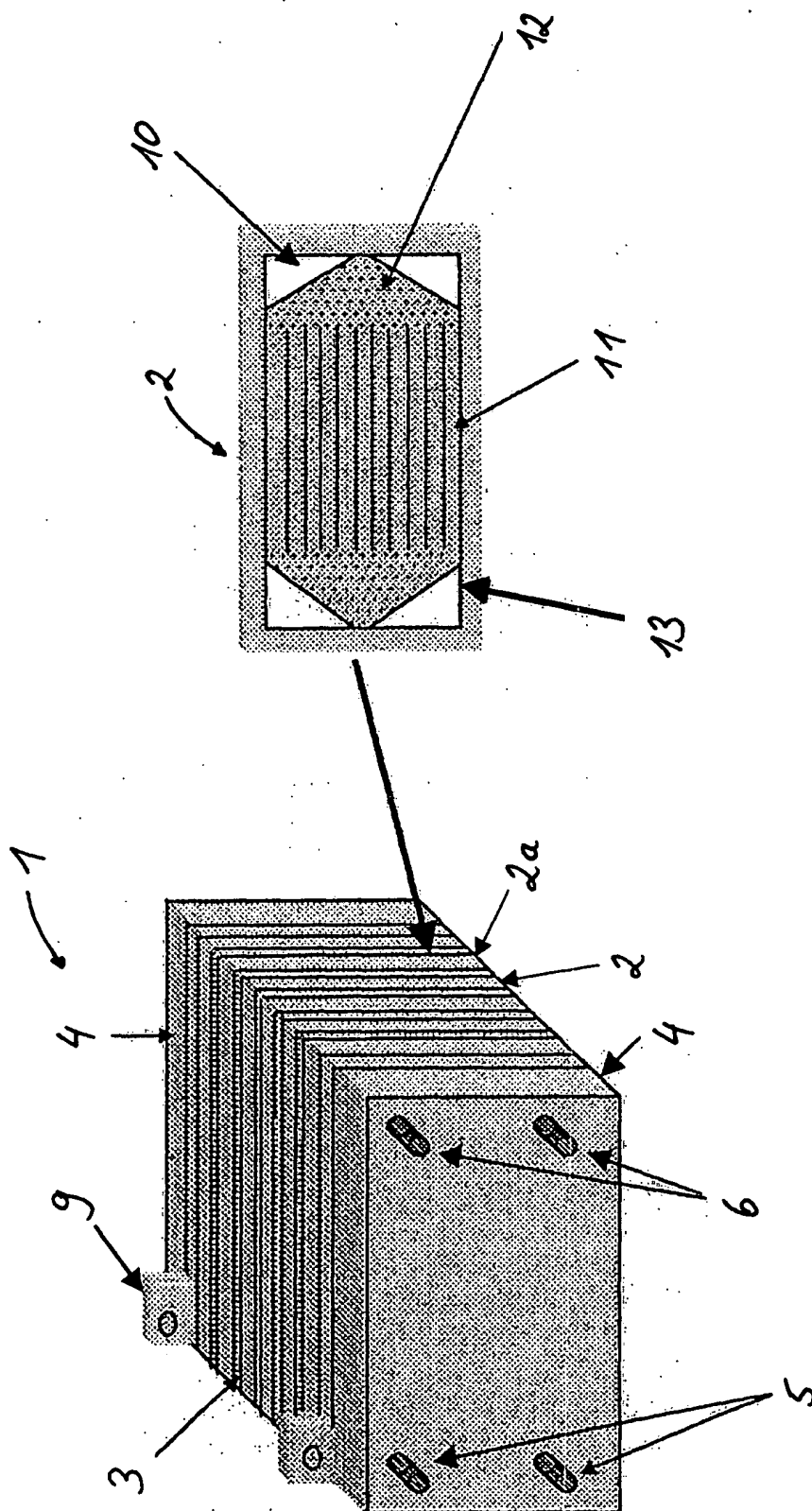


Fig. 1

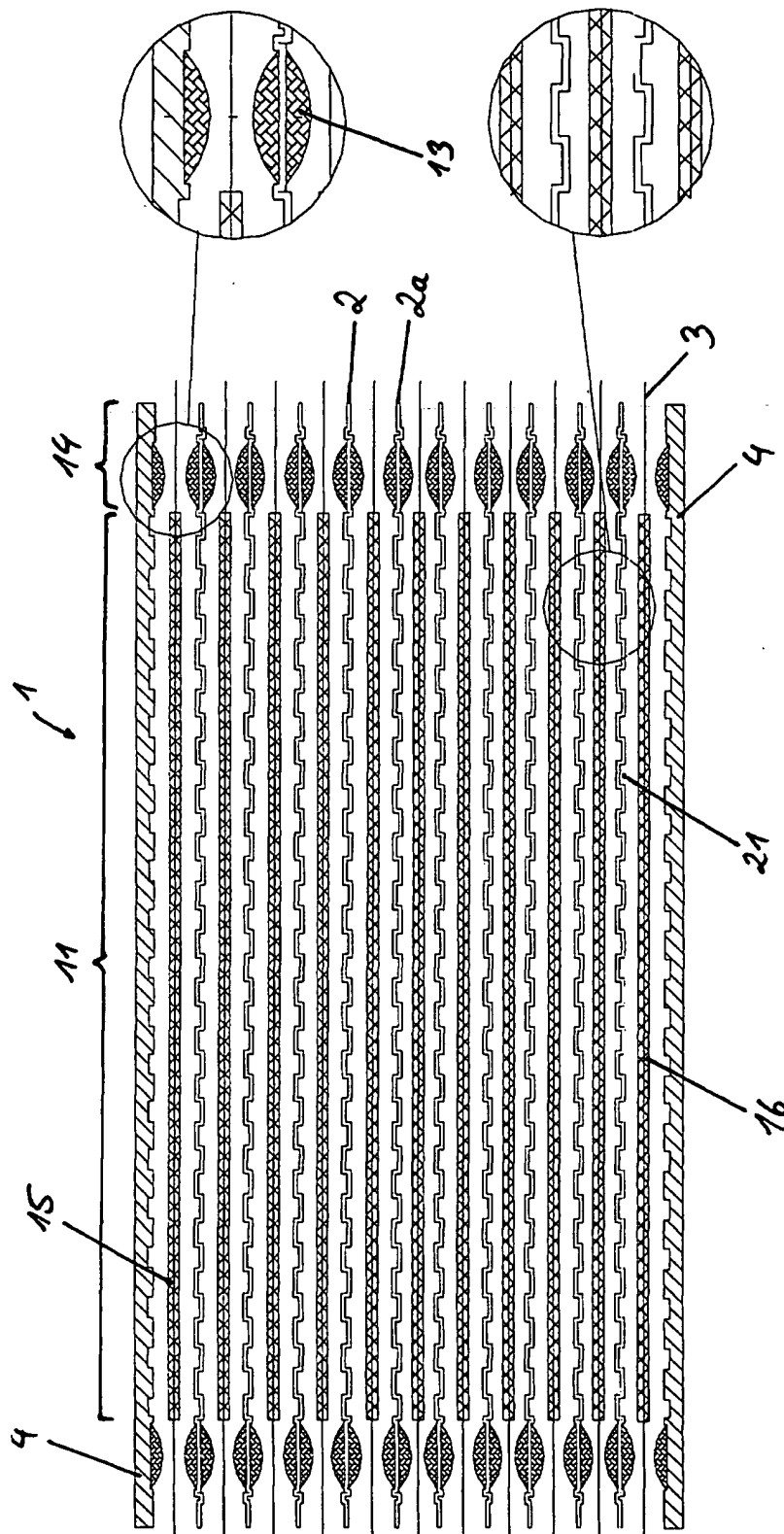


Fig. 2

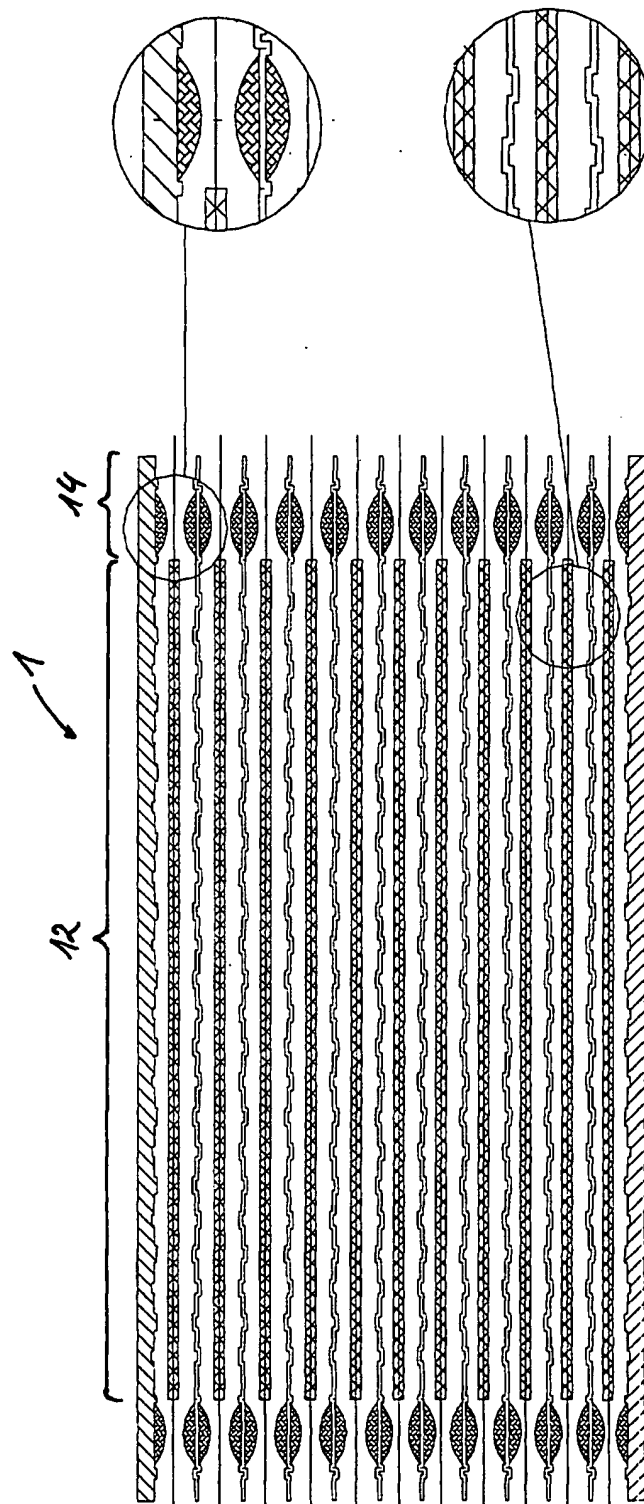
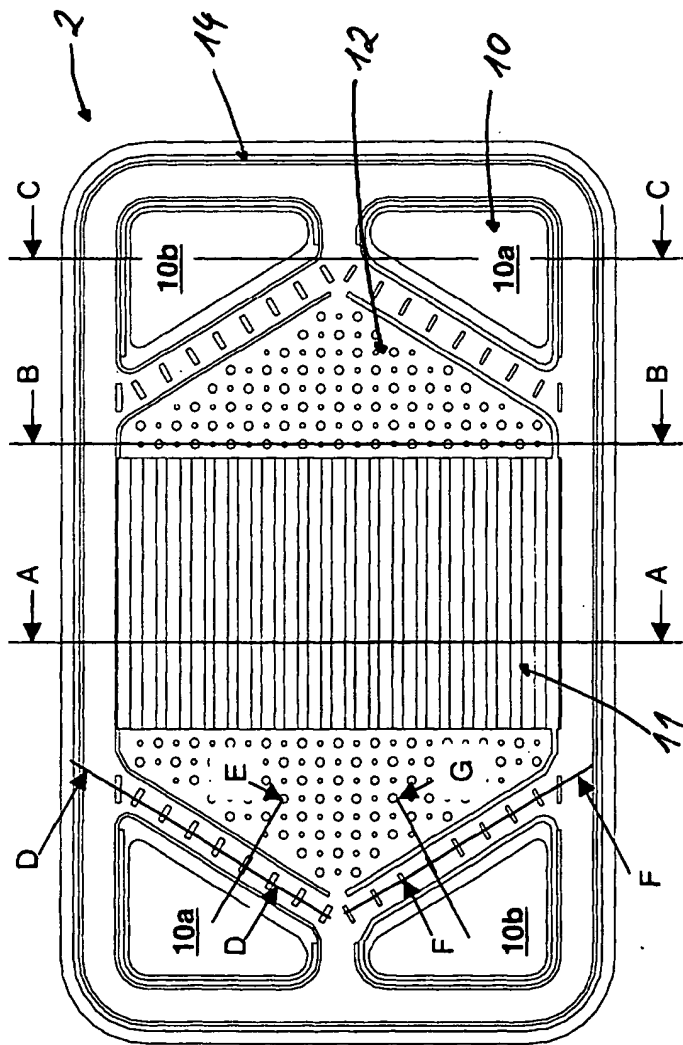


Fig. 3

Fig. 4



Schnitt E-E
24

Schnitt G-G
24

Schnitt D-D
24

Schnitt F-F
24

Schnitt A-A
11 14

Schnitt B-B
12 14

Schnitt C-C
10 14

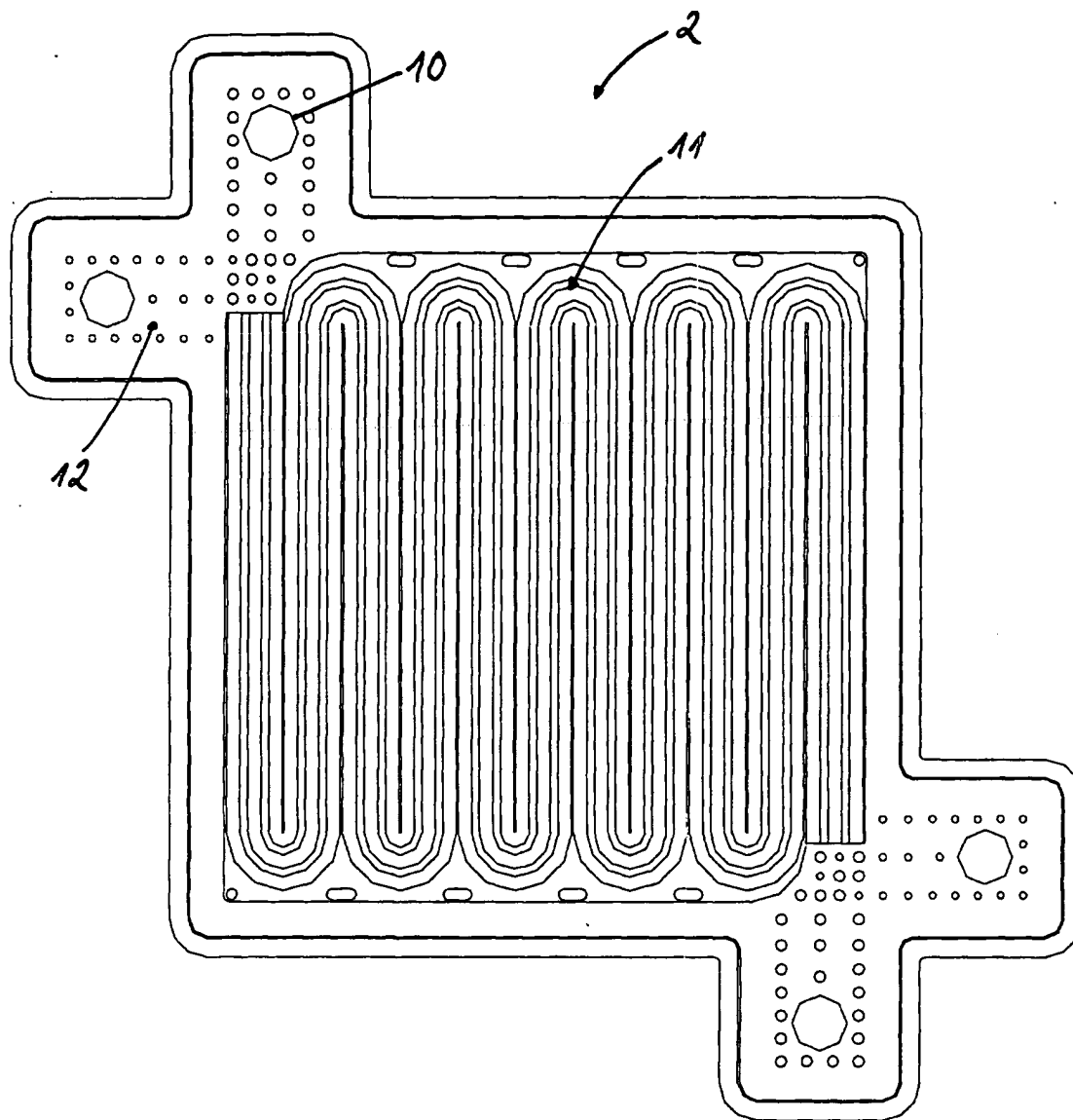


Fig. 5

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.